AGRO

PUBLICACION TECNICA

AÑO IX Nº 15

CONTAMINACION O POLUCION DEL AMBIENTE ACUATICO CON REFERENCIA ESPECIAL A LA QUE AFECTA EL AREA PLATENSE

RAUL A. RINGUELET

MINISTERIO DE ASUNTOS AGRARIOS

PROVINCIA DE BUENOS AIRES
ARGENTINA

NOVIEMBRE
1967

INDICE

	Pág.
Contaminación o Polución del ambiente acuático con referencia especial a la que afecta el área platense	5
Contaminación natural o endógena	7
Relación posible entre antoplanton o floración y polución endógena	8
Datos de floraciones en lagunas pampásicas	11
Areas permanentes de polución de la Capital Federal y de la Provincia de Buenos Aires	18
Pruebas de contaminación en aguas provinciales	19
Número de bacterias coliformes (N. M. P.) del Río de La Plata y otros ambientes vecinos, según diversos métodos	22
Presencia en peces del Río de La Plata de bacterias coliformes y salmonelas	24
Pruebas biológicas de polución en el Río de La Plata	26
Río Luján	28
Sistema del Río Matanzas y Riachuelo	28
Datos químicos como prueba de polución (mlgf./1) Riachuelo	28
Semáforo MOP. - Pte. Avellaneda	30
Arroyos y Canales del partido de Avellaneda	30
Puerto La Plata y Aguas Adyacentes	30
Agua interiores diversas	32
Laguna salada de Pehuajó	32
Curso interior del Río Quequén Grande	32
Laguna Don Tomás en Santa Rosa de Toay, en La Pampa	33
Consecuencias de la mortandad de peces por temperaturas extremas	35
Bagarito - Mandufia	36
Sabalito - Vieja de agua - Pejerrey	37
Porcentaje de biomasa adjudicado a cada nivel trófico	38
Fracciones de la biomasa en Kgs. adjudicada a cada nivel trófico	39
Bibliografía	47

se lo han tomado por su cuenta, para no cumplir la ley y seguir como al principio.

Desde el punto de vista del biólogo, la polución es un verdadero atentado a sabiendas, cuando no se debe a causas naturales, que modifica en forma nociva y profunda las condiciones ambientales y la calidad y el número de los organismos acuáticos. Además, el biólogo sabe también que el agua contaminada no puede ser utilizada para múltiples usos humanos, a menos de ser tratada, procedimiento siempre oneroso; sino también sabe cuán desventajosamente incide en la salud del hombre y de los animales domésticos. Puede causar epizootias y epidemias, como más de una vez ha ocurrido en el área platense, altera la pureza del agua subterránea y exige de las labores de la ingeniería sanitaria destinadas a la obtención de agua corriente intachable, esfuerzos desmedidos e inversiones cada vez más pesadas.

La exposición precedente, con la única intención de dar un panorama previo de la amplitud del problema, justifica nuestra preocupación.

Como ciudadanos y como expertos en algunos aspectos del problema, creo que es una obligación de ética social, al integrar una comunidad que no aspira a permanecer para siempre en el infradesarrollo y el estancamiento, decir lo más coherentemente posible la verdad tal cual la conocemos y entendemos.

La polución o contaminación se define como la alteración más o menos grande de las condiciones ecológicas del ambiente acuático debido al aporte lento o masivo de materia orgánica o inorgánica, tanto de origen autóctono como alóctono.

La palabra polución deriva del latín *polluo:* manchar, profanar y el adjetivo *poluído* del latín *pollutum:* manchado, profanado. Son palabras que tienen además de una aplicación metafórica inobjetable, una validez semántica indiscutible como que son términos técnicos en castellano, que no pueden interpretarse como la traducción del inglés o del francés como alguna vez se ha dicho.

La materia orgánica o inorgánica que en cantidad desmedida se incorpora, altera las condiciones ecológicas del cuerpo de agua, el cual adquiere características extraordinarias, visibles en numerosos factores físicos y químicos, los cuales repercuten a su turno en la cantidad y calidad de los organismos de las diversas comunidades.

Un biotopo o ambiente general poluído, puede ser considerado como un ambiente acuático *idiotrofo*, o sea un cuerpo de agua de características extraordinarias, y existen diversos indicadores para demostrar su estado.

Mucho se ha estudiado en el hemisferio norte sobre los agentes causales de la contaminación de las aguas corrientes, sobre sus características físicas, químicas y biológicas, sobre su incidencia en las condiciones ecológicas del ambiente, sobre el desarrollo y bienestar de las agrupaciones vegetales y animales acuáticos y sobre la salud e intereses humanos afectados. Todo ello se explica fácilmente en vista de que la principal fuente de provisión de agua para uso humano, son las aguas corrientes y además los procesos naturales de purificación y aún los artificiales son mucho más positivos en ambientes de tales características.

Este fenómeno, dada su gravedad cada vez mayor en la región platense y en la esfera directa de influencia de los grandes centros poblados, es por cierto bien conocido por los técnicos de muy diversas especialidades, limnólogos, zoólogos, botánicos, ingenieros sanitarios, químicos, ictiólogos, ecólogos, bacteriólogos, y también por los conservacionistas que suelen hablar de oídas pero con muy buena intención.

Los precedentes tecnológicos y los antecedentes de otras partes del mundo forman un cuerpo de conocimientos difíciles de analizar par lo extenso, y la bibliografía especializada del tema es más que abundante.

Además, estos problemas y los remedios consiguientes, son temas difundidos y a mano de quienquiera preocuparse por conocerlos y que han recibido atención en muchos países adelantados de Europa y América.

El caso de la contaminación del río Ohio, es un ejemplo que nadie puede desconocer cuando se tratan en alto nivel docente o técnico estas cuestiones.

Existen dos categorías o tipos de polución, que depende del origen del aporte, si bien no faltan los casos en que un mismo cuerpo de agua sufra las consecuencias de ambos procesos.

A. CONTAMINACION NATURAL O ENDOGENA

B. CONTAMINACION EXOGENA O ALOCTONA

CONTAMINACION "NATURAL" O ENDOGENA

Es la producida por un exceso de materia orgánica vegetal o animal del mismo ambiente que provoca alteraciones en el estado normal del biotopo, sea por ser causa de la muerte de otros organismos, o por generar gases o compuestos nocivos, alterando la proporcionalidad normal de las comunidades con la aparición de organismos más o menos saprofilos (que viven de preferencia en medio más o menos rico en materia orgánica en descomposición).

El mecanismo normal que destruye los organismos muertos, la putrefacción por acción bacteriana, transforma las sustancias orgánicas en sustancias inorgánicas. El proceso de transformación es en realidad una oxidación más o menos intensa que consume el oxígeno disuelto en el agua. Si éste no alcanza para transformar la materia orgánica acumulada, la putrefacción es incompleta, el oxígeno disminuye fuertemente y llega a agotarse y se producen gases nocivos. Un ambiente en donde el proceso de transformación no es suficiente se hace poco soportable por el olor más o menos pestilente, debido sobre todo a compuestos fétidos como el ácido sulfídrico y otros como el metano. De ahí pues que uno de los medios de detectar un ambiente poluído, sea simplemente el mal olor. En lagunas y ríos pampásicos suelen observarse casos de contaminación endógena, a veces en la estación seca o a fines de verano en coincidencia con la disminución del volumen retenido. El fenómeno puede estar restringido a un sector de la laguna como suele observarse en la de Chascomús y otras similares con abundante vegetación superior (vegetación fanerogamica). La hidrofitia, o conjunto vegetal, determina sobre todo en otoño y en el verano, por la abundancia de ciertas especies, la acumulación en diversos sectores del litoral de la planta *Potamogeton striatus* (una monocotiledónea conocida localmente con el término común de "camalote").

Las plantas desarraigadas y muertas, en proceso de putrefacción, forman grandes masas, debajo de las cuales se va formando un sedimento organógeno con intenso olor, en tanto que el agua pierde gran parte o todo su oxígeno por ser consumido en el proceso de mineralización. El olor *sui generis* del "fango con olor a podrido" se debe a la formación de HS_2, a veces también al metano o "gas de los pantanos", y es consecuencia de la fermentación anaerobia, es decir, sin presencia de oxígeno.

La presencia de esquizomicetes indicadores como *Chromatium* que tiñen de rojo el sustrato vegetal es otro indicio del grado intenso de esta polución.

Otros aspectos de polución endógena son discutidos en el próximo apartado con el título de "Relaciones posibles entre antoplancton o floración y polución".

Un caso que se ha repetido más de una vez es el que ofrecen los embalses o represamientos por obras de arte destinados a la energía eléctrica y al regadío, en donde el cuerpo de agua resultante ha inundado una superficie con vegetación de cierto volumen. Tal el Embalse Río III del departamento Calamuchita Provincia de Córdoba, represando la conjunción de varios ríos importantes que daban origen al Tercero.

El terreno no fue desmontado de la vegetación del monte xerófilo que cubría las quebradas y los accidentes del terreno y de la vegetación subarbustiva y herbácea. Esa masa de vegetación comenzó un lento proceso de transformación de modo tal que a los 6 años de represado el Tercero, en diciembre de 1936, a los 40 metros de profundidad con ph 6, 8 y 0,2 mlgr.|1 de O_2 el agua que salía controlada a razón de 18 m^3 por segundo tenía un olor intenso característico del desprendimiento de ácidos sulfídrico (SH_2). Estos datos publicados por el director de los trabajos de piscicultura respondían a un fenómeno explicable y predecible, que se repitió en años siguientes. A semejanza de otros fenómenos detrimentales o perjudiciales por causas endógenas, constituyen también un ejemplo de polución. Lo paradójico es que a pesar de ser un hecho conocido, ese agua se usaba para los trabajos de salmonicultura, tanto para incubar los huevos de trucha arco iris, de trucha salmonada o de arroyo y hasta de salmón de lago, como para mantener reproductores y "fingerlings" en estanques y piletas. Si bien la falta de oxigenación tenía remedio no lo había para mejorar la pésima calidad química del agua.

Este ejemplo explica el buen consejo que diera Klereekoper en Brasil cuando se decidían construir "açudes" (equivalentes a estanques o lagos pequeños hechos por mano del hombre): desmontar previamente, eliminar lo mejor posible la vegetación existente del terreno que luego de la obra quedaba inundado.

RELACION POSIBLE ENTRE ANTOPLANCTON O FLORACION Y POLUCION ENDOGENA

Este tema es difícil de plantear en términos enteramente convincentes y se presta a discusión. Alguna vez hubo quien considerara dentro del cuadro de la polución aquellos casos de mortalidad excesiva de peces, quizá por la similitud de los efectos con los de una contaminación severa. Si la mortalidad de organismos acuáticos ha sido coincidente con un aumento más o menos brusco o intenso del tenor en solutos de una laguna (casi siempre cloruros y sulfatos) que determina una elevación de la salinidad de 3 a 6-7 o 9 gramos por litro o un aumento llamativo de la alcalinidad (como aconteció en laguna de Gómez en 1962), que podría, o no, ser un caso de alcalinosis o intoxicación, no hay razón para atribuir la coincidencia de la muerte de los peces a esos cambios químicos.

Sería en todo caso una intoxicación, si damos por probado el hecho causal, aunque la o las sustancias tóxicas no son aportadas de afuera, (caso de los insecticidas y plaguicidas arrastrados por lluvias de la cuenca de aporte).

Este fenómeno del incremento de varios factores químicos hacia el verano y en la época de menores aportes y mayor evaporación, típica de las lagunas pampásicas de regiones áridas y semiáridas y aún húmedas, es un fenómeno cíclico al cual varias comunidades responden con desarrollo más menguado y con una tasa mayor de mortalidad. Si ese fenómeno pudiera llamarse polución, o sea los efectos perniciosos de la alcalinosis, o de la acidosis, o de la salinidad (por cloruros, sulfatos y bicarbonatos), caso de ser realmente las causales, sería polución también el resultado del aumento brusco o intenso de la temperatura cuando causare detrimento evidente de la vida acuática.

¿Y si fuera por disminución de temperatura, que suele tener peores efectos, ya no sería polución?

Agotada, según creo, estas disquisiciones casi bizantinas sobre la existencia y alcance real del fenómeno polucional, ya bastante extendido en sus acepciones, pasemos concretamente al tema del epígrafe.

La floración (en italiano "fioritura", en francés "floraison", en inglés "waterbloom", en alemán "wasserblütte", "florescencia" para el ficólogo Guarrera, que seguramente sigue a Font Quer que dice "florescencia acuática", que ha usado antes Aranz en el diccionario Espasa), y por su término técnico antoplancton, palabra que creemos inventada por Margalef, y restringida a las aguas continentales en nuestras consideraciones, es un fenómeno tan difundido cuan conocido.

La floración marina tiene características particulares, por lo menos en la gran mayoría de los casos estudiados, y se denomina, "red water", "red tide" o hemotalasia debido a que en los casos más notables el agua se tiñe de color rojo debido a una densidad exagerada de protistas del grupo de los Dinoflagelados (Dinofíceas o Peridiniales).

E. Balech, el planctólogo argentino que conoce muy bien el tema le aplica a este fenómeno el neologisismo "alocoloración". Muchas veces la toxicidad de estos protozoos es muy grande, y produce la muerte de los peces u otros organismos, o bien tornan a los moluscos que los ingieren en alimento especialmente tóxico.

Mayores detalles se podrán consultar en la obra de E. Balech y Hugo Ferrando, titulada "Fitoplancton marino" (ed. Eudeba, Bs. As. 1964).

La mortandad de organismos por causa de sustancias tóxicas formadas por seres vivos o por productos de la descomposición (metabiosis) de los mismos, del mismo ambiente acuático en donde ocurre el fenómeno, podría ser considerada como una consecuencia de una contaminación endógena. En todo caso, sería un aspecto muy particular de polución, en cuanto que el fenómeno es precedido por un incremento desmedido con elevada densidad numérica y elevada biomasa de los organismos que producen la sustancia tóxica. Tal sustancia tóxica puede ser elaborada en vida del alga o ser un producto de su metabiosis o descomposición que sigue a su muerte. El antoplancton se hace evidente a una inspección superficial por cuanto el agua se tiñe del color del protista, casi siempre verde o en la gama del verde, y la masa de algas amontonadas en la capa superficial llega a ser tan grande que impide el desplazamiento de otros organismos. Todo esto es más notable cuando las floraciones o florescencias acuáticas son producidas —caso habitual— por Cianofíceas de enormes cenobios del tipo de *Microcystis aeruginosa*, cuya escasa densidad por inclusiones lipídicas provoca su amontonamiento en superficie. En realidad no existe una norma o patrón indiscutible para afirmar que una elevada densidad de algas sea o no un caso de antoplancton, y el subjetivismo del observador inclina la balanza en uno u otro sentido.

A veces, si la aglomeración es de por sí tan aparente, que resultan masas algales que cubren extensas áreas, el observador no dudará de la realidad del fenómeno; en otros casos la acumulación de restos ponderables en proceso de descomposición, el fuerte olor *sui generis*, o casos coincidentes de mortalidad, o bien recuentos de células o cenobios que llegan a cifras superiores, serán aisladamente o en conjunto, señales de la "enfermedad". Guarrera ha apuntado con certeza que una especie de células individuales o pequeños cenobios, aunque

en número elevadísimo por litro o m^3, muchas veces "no alcanza" a determinar una floración en cambio un desarrollo acelerado de *Microcystis* cuyos cenobios microscópicos forman una biomasa grande, determinan en número mucho más reducido un antoplancton evidente y que nadie pone en duda. Aunque no se puede dar cifras muy válidas, más de 50.000 cenobios de *M. aeruginosa* por litro es posible que sirva como límite inferior de casos de antoplancton.

Las especies responsables de la superpoblación en un ambiente determinado suelen ser una o dos, aunque pueden ser más, y se reclutan casi siempre entre algas azul-verdes *(Cyanophyta)*, tanto de especies en cadena como de células en cenobios, casi siempre *Microcystis, Anabaena, Arthrospira*, y de otros géneros.

También ocurren floraciones de algas verdes del grupo *Chlorophyta*, como algunas *Scenedesmaceae* u otra, pero también ciertas *Zygnematales* o sea filamentosas de la misma división. Un caso observado superficialmente ocurrió hace años y se repitió en 1965 en la laguna Mar Chiquita de Junín producido por una *Cladophora*.

Otros protistas dulciacuícolas sindicados como responsables de antoplancton ha sido el protozoo Crisomonadino *Prymnesium* de pigmento amarillo.

Diversos organismos vegetales acuáticos y otros protistas de nutrición fototrófica y con diversos pigmentos acompañantes de la clorofila producen normalmente sustancias que inhiben el desarrollo de otros organismos. Por ejemplo *Scenedesmus obliquus* y *Coelastrum microporum* (2 clorofíceas) producen inhibidores antibacterianos, como ha demostrado en cultivos el ficólogo Accorinti. *Chlorella pyrenoidosa* (una cianofícea) produce sustancias similares, etc. A otros protistas se los ha sindicado como productores de estimulantes del crecimiento de otros organismos de su misma clase. Desde las primeras hipótesis (Robertson 1923), relativas al desarrollo de las poblaciones de protozoos se ha discutido sobre la influencia positiva de algunas sustancias. Este autor llama alelocatálisis a este fenómeno, es decir "la aceleración de la multiplicación por la contigüidad de un segundo organismo en un volumen restringido de medio".

Estos fenómenos explicarían justamente la dominancia superlativa de una o dos especies sobre el resto, ya que al posible estímulo intraespecífico se suma la inhibición del desarrollo de los demás

La producción de sustancias tóxicas por parte de diversas algas que se forman durante su metabiosis es un hecho aceptado y comprobado por diversos autores. Esas sustancias pueden tener efecto tan enérgico como para causar la muerte de otros organismos, vegetales y sobre todo animales, como moluscos, insectos, peces, aves y mamíferos.

Nosotros, a propósito de un caso de mortandad masiva de peces planctófagos (que comen plancton) de la laguna San Miguel del Monte (del partido homónimo) ocurrida en 1949 en coincidencia con una floración de *Microcystis* y *Anabaena* y mediante algunas experiencias en acuarios poniendo peces vivos en el mismo microambiente con un volumen dado de algas sospechosas, demostramos a medias el fenómeno. Con ese motivo se podrá recordar que la principal sustancia tóxica es la hidroxilamina, un compuesto nitrogenado (NH_2OH) que desde Ingram y Prescott (1952) es considerada la principal. El proceso de metabiosis es "más virulento" entre 5 y 10 días de la muerte de las algas y se adjudica los efectos letales a especies de *Microcystis, Anabaena, Aphanizomenon, Nodularia, Gloeotrichia* y *Coelosphaerium*.

La existencia de hidroxilamina y metilamina en algas en proceso de descomposición ha sido demostrada químicamente por Prescott (1931); la mayor parte de las comprobaciones de mortandad de animales vertebrados por la

Hasta aquí hoja 10

toxicidad de las algas ha sido experimental y por ingestión. En definitiva los cambios sobrevenidos en la composición y equilibrio de las comunidades acuáticas a consecuencia del desarrollo exagerado de una o más especies (antoplancton o floración) cuando culmina en, o produce una alteración ambiental, sea por la putrefacción de una biomasa excepcional que contamina realmente el cuerpo de agua por descomposición incompleta con todas sus secuelas, sea porque provoca mortandad de organismos (que a su vez suelen provocar los cambios anteriores), pueden ser catalogados como *polución endógena*.

Las mejores noticias de floraciones en lagunas pampásicas proceden de las investigaciones de Guarrera relativas a laguna Monte; otros datos sobre Chascomús son de Jacubson. Damos aquí la lista de las algas incriminadas en estos procesos y la fecha en que ocurrió.

En ningún caso hubo coincidencia con mortalidad alguna, si exceptuamos el episodio comentado de Monte.

DATOS DE FLORACIONES EN LAGUNAS PAMPASICAS

Laguna	Fecha	Especies responsables	Nº células o cenobios por litro
CHASCOMUS (Jacubson)	II - 1959	*Microcystis aeruginosa* *Anabaena spiroides*	63.690 44.190
MONTE	XI - 1949	*Microcystis aeruginosa*	
(Guarrera)	XII - 1949	*Microcystis aeruginosa*	
(Guarrera)	I - 1950	*Anabaena circinalis* *Microcystis aeruginosa*	
(Guarrera)	III - 1950	*Microcystis aeruginosa* *Franceia droescheri*	Cerca de 200.000
(Guarrera)	X - 1950	*Scenedesmus bijuga* var. *flexuosa*	1.725.000
(Guarrera)	XI - 1950 XII - 1950	*Scenedesmus quadricauda*	
MONTE (Ringuelet et aliae)	III - 1954	*Microcystis aeruginosa* *Anabaena circinalis* *Anabaena inaequalis*	Mortandad de peces. Indicadores biológicos de estado mesasoprobio

La contaminación exógena o alóctona, así llamada por ser la causa externa al cuerpo de agua, se debe a múltiples actividades humanas, especialmente las que resultan en el vuelco de productos residuales sanitarios o industriales en ríos, arroyos, lagunas, lagos y estuarios. El mar no se escapa a este fenómeno puesto que las llamadas aguas "costaneras" a menudo resultan poluidas, en partes más o menos cerradas o recluidas (bahías, ensenadas, etc.) o por las corrientes que determinan sectores más o menos separados hidrológicamente del mar abierto. No sería nada extraño, y es muy probable que sea enteramente cierto, que varios sectores del área marplatense estén realmente contaminados.

Las causas que provocan los efectos tan nefastos, onerosos e inconvenientes, son los siguientes:

1º) La introducción de productos erosionados o transportados desde la cuenca de aporte del cuerpo de agua, debido a las modificaciones humanas, como son la agricultura, los trabajos mineros, y otros que alteran la textura de los suelos y provocan o facilitan su transporte más activo por el agua.

2º) La introducción o vuelco de desechos industriales de cualquier índole, los que provocan poluciones de índole más severa por que las sustancias arrojadas no son fácilmente reducidas o transformadas y por su toxicidad más elevada. (ver cuadro Nº 1).

3º) El aporte de efluentes cloacales de las obras sanitarias, cuyos caños o cloacas maestras descargan en ambientes acuáticos cual es el caso flagrante y constante en todas las ciudades de la Argentina.

4º) Por aporte directo de desechos orgánicos de mataderos, descarga de "carros atmosféricos" y hospitales.

5º) Por aporte de plaguicidas o insecticidas empleados en la cuenca de aporte y arrastrados por las lluvias o que caen directamente en el mismo cuerpo de agua.

Cúalquiera sea el origen del aporte, provoca dos tipos de fermentación, la fermentación aerobia y anaerobia. La segunda que es producida por bacterias adaptadas a la vida en ausencia de oxígeno libre, produce sustancias ternarias como CO2, CH4, y ácido butírico. Produce asimismo sustancias cuaternarias como CH2 y NH3, además de productos intermedios entre los que se cuentan los ácidos aminados y grasos, fenoles, cresol, escatol, indol y otros. La mayoría de esas sustancias son nocivas para los animales acuáticos y especialmente para los peces.

Las sustancias disueltas en el agua que no forman parte normal de ella, y que aportan los afluentes industriales son particularmente nocivas para la fauna acuática. No menos de un centenar de varias sustancias se han censado (Eback, 1958) y su incorporación confiere al cuerpo de agua características de ambiente idiotrofo. Particularmente tóxico es el efecto de los ácidos, que obran sobre los peces de distinto modo según la dureza y el pH del agua, interrumpiendo la respiración o interfiriendo en el metabolismo del animal después de pasar por las paredes del intestino.

Dosis letal de diferentes ácidos para el pez dorado *(Carassius auratus)* en mililitros por litro.

ácido tánico	10
„ crómico	100
„ sulfúrico	130
„ clohidrico	159
„ nítrico	200
„ oxálico	200
„ benzoico	200
„ láctico	625
„ cítrico	625

Las industrias atómicas han aumentado en grado nada despreciable la radioactividad del agua y la circulación de elementos radioactivos en el cuerpo de los organismos acuáticos. Es un tipo de polución particular, debida al estroncio 90 (Sr 90) que penetra en el pez por el intestino, las branquias y la piel; el 50-60 % se deposita en el esqueleto; del 10 al 25 % en las vísceras; 8 a 25% en las branquias y apenas del 2 al 8 % en los músculos.

CUADRO Nº 1

FUENTE DE LA POLUCION	NATURALEZA DE LA POLUCION	MODIFICACIONES FISICOQUIMICAS	EFECTOS BIOLOGICOS Y ECONOMICOS	RECOMENDACIONES
Fábricas de Alcohol Industrial	Orgánica	Alta demanda de oxígeno Modificación de la presión osmótica	Asfixia, deshidratación	Recuperación de desperdicios
Minería: producción de cocke y alquitrán de hulla. Fundiciones y refinerías. Plantas metalúrgicas.	Inorgánica. Acidos sales metálicas.	Turbiedad, modificación del pH. presión osmótica y alteración del fondo.	Las sales de metales pesados actúan sobre el epitelio branquial de los peces, interfiriendo en la respiración. Los ácidos coagulan las proteínas	Tratamiento y recuperación.
Caleras	Suspensoides inorgánicos.	Aumento de la alcalinidad y turbidez.	Afecta la naturaleza biológica del fondo.	
Industria Textil Hilados y tejidos	Inorgánica. Desperdicios corrosivos, anilinas, sulfato doble de aluminio y amonío.			Tratamiento y reutilización de los subpruductos.
Preparación de Madera y productos de destilación. Fábricas de pulpa de madera y papel. Plantas de producción de celulosa. Destilación de madera Aserraderos.	Orgánica e inorgánica. Fibras de madera y papel, sustancias derivadas de la madera combinadas con azufre, ácidos resínicos. Licores sulfatados y sufitados, metilmercaptano, compuestos de zinc, residuos fenólicos. Aserrín y otros materiales inertes.	Recubren el fondo, decoloran el agua, alta demanda de oxígeno. Posible aumento de la alcalinidad y acidez, aumento de la presión osmótica, alteración aguda de los fondos. El aserrín disminuye el O_2, cubre los fondos, altera pH, turbidez, etc.	Asfixia de los organismos. Directamente tóxicos (ácido, sulfuroso y resinas). Los residuos fenólicos son irritantes, coagulan las secreciones de las mucosas de los peces, producen hemólisis y parálisis.	Ozonización de licores sulfatados y sulfitados. Dilución.
Curtiembres	Orgánica e inorgánica. Compuestos nitrogenados carbonato de amonio, sulfato doble de aluminio y potasio. ácido oxálico y tánico, hidróxido de calcio, compuestos de cromio.	Alteran el color y pH del agua. Disminuyen moderadamente el oxigeno. Aumentan el contenido y afectan profundamente los fondos.	Algunos residuos son directamente tóxicos. Los ácidos en altas concentraciones son cáusticos.	Tratamiento y recuperación.

(Continúa en la pág. siguiente)

(Continuación del Cuadro Nº 1)

FUENTE DE LA POLUCION	NATURALEZA DE LA POLUCION	MODIFICACIONES FISICOQUIMICAS	EFECTOS BIOLOGICOS Y ECONOMICOS	RECOMENDACIONES
Industria química y farmacéutica.	Orgánica e inorgánica. Acetona, cloraminas, bromo, cloro, ácidos clorhídrico, nítrico, álcalis, desperdicios cáusticos en general nitrato y sulfato de amonio, gas sulfídrico, sust. reductoras.	Modificación drástica de la alcalinidad y acidez de las aguas. Modificación de la presión osmótica. Agotamiento de oxígeno.	Algunos de los residuos son directamente tóxicos. Otros actúan directamente sobre los organismos por agotar el O_2 o modificar el pH.	Tratamiento y recuperación de subproductos.
Industria del petróleo.	Orgánica e inorgánica. Cloruros de calcio. Mg y Na; productos del fraccionamiento del petróleo crudo; aceites, derivados nafténicos, fenólicos. Hidrocarburos, compuestos de amonio y azufre.	Los aceites impregnan las superficies e impiden los intercambios gaseosos. Los desperdicios fenólicos impiden absorción de oxígeno. Los nafténicos son directamente tóxicos.	Asfixia. Deshidratación. Intoxicación. Modifican el sabor de los organismos comestibles.	Reinyección y evaporación del agua salada. Recuperación y reutilización de algunos subproductos.
Industria de la alimentación. Enlatadoras de carne y legumbres. Productos lácteos. Cervecerías.	Orgánica e inorgánica. En solución y suspensión. Desperdicios de carne, legumbres, etc. Acido láctico, sales y jabones tóxicos. Desperdicios orgánicos.	Alta demanda de oxígeno. Producción de compuestos de amonio y otras sustancias nitrogenadas, aumento de la acidez, turbidez moderada. Alteración del fondo. Aumento de la presión osmótica, alteración drástica del pH.	Asfixia e intoxicación. Deshidratación.	Utilización de aguas residuales para recuperación de las sustancias solubles de valor alimenticio. Dilución.
Combate de plagas (Insecticidas y herbicidas.	Compuestos de arsénico, cobre, etc.	De efecto residual y prolongado.	Destrucción de especies sedentarias y tóxico para los peces.	Aplicación de mejores métodos agrícolas.
Doméstica. Desagües.	Orgánica principalmente. En solución y suspensión. Contaminación bacteriana.	Turbidez, agotamiento de oxígeno, olores desagradables, aumento del bióxido de carbono y acidez.	Descomposición anaeróbica, contaminación con bacterias patógenas. Afecta directa o indirectamente a los peces y a los hombres.	Plantas de tratamiento por precipitación química. Oxidación, dilución. Autopurificación.

La fermentación aerobia necesita de la presencia de oxígeno disuelto y transforma la sustancia orgánica en anhidrido carbónico, nitritos y nitratos, es decir que mineraliza la materia orgánica sin productos intermedios tóxicos. Estos dos tipos de fermentaciones se producen casi simultáneamente con el resultado de que las sustancias orgánicas se transforman en sustancias simples capaces de ser asimiladas por los vegetales con clorofila. Este es a grandes rasgos el ciclo que cumple la materia en los cuerpos de agua. Este fenómeno de degradación de la materia orgánica o "autodepuración" de un cuerpo de agua ha sido definido como "el conjunto de procesos de naturaleza físico-químico-biológico por las cuales las aguas contaminadas o poluidas vuelven a su estado primitivo".

Considerando la sucesión del ambiente acuático, o sea su proceso evolutivo normal, cualquier tipo de contaminación constituye un caso de regresión. En efecto, el cambio introducido significa un nuevo punto de partida que pasará luego por etapas "superadas", que han ocurrido antes. Se trata, desde el punto de vista sucesional de "sucesiones secundarias" o si se quiere decirlo de otro modo, de segundo orden.

Además de las bacterias otros organismos vivientes dan lugar a procesos biológicos de autopurificación. Los vegetales verdes, las algas y los metafitos acuáticos, producen la oxigenación del agua como resultado de su función fotosintética. Los animales que viven en el fango llamados limícolas, como oligoquetos diversos, larvas de insectos, ciertos moluscos, así como los que se alimentan de barro o limo, llamados "iliófagos", entre los que se cuentan varios peces muy conocidos, consumen sustancias orgánicas o productos de descomposición contenidos en el sedimento fangoso. Las bacterias filamentosas y algunos hongos también contribuyen a la purificación. Los estudios modernos han demostrado el papel importante que juegan ciertos protozoos ciliados del sapropel, así como determinados peces. En nuestro medio, y basándose en estudios no convincentes por completo se atribuye un papel en esta transformación a varios peces muy comunes en las aguas del Paraná-Plata, como son el sábalo *(Prochilodus platensis)*, el sabalito *(Pseudocurimata platana)*, y las viejas de agua del género *Plecostomus*. De acuerdo a recientes estudios del Instituto de Limnología de Santa Fe, así como del grupo de trabajo dirigido por la Dirección de Recursos Pesqueros de la Provincia de Buenos Aires, parecería que dicho papel transformador de peces "iliófagos" debe ser mucho más reducido de lo creíble. En efecto, la ingestión de microcrustáceos y de ciertas algas desalojan al Sabalito de su presunto papel de transformador o premineralizador, y todavía no se ha aclarado enteramente el papel del Sábalo, puesto que demostraría una versatilidad o espectro de alimentación mucho más amplio de lo que se había dado por supuesto.

El grado de contaminación de un cuerpo de agua depende de la relación existente entre su capacidad de autopurificación, que puede ser alto o bajo según la naturaleza del curso, la profundidad, velocidad de la corriente y otros factores y de la materia orgánica que recibe. En un río, desde la zona de contaminación severa o zona séptica (=polisaprobia) hasta su desembocadura, se observan distintas etapas de purificación, las cuales configuran distintos hábitats que se reflejan en sus diferentes comunidades.

Aun desconfiando la capacidad de autopurificación de un río, que puede ser muy grande, es imperativo evitar la descarga de efluentes que no reciban tratamiento previo, pues esta descarga empobrece de oxígeno al agua, mata o modifica la flora o la fauna, torna en desagradable el biotopo, como lugar de recreación, de natatorio o para otro uso.

La contaminación de las aguas naturales se aprecia mediante varios índices: físico, químico, bacteriológico, biológico, y por bioensayos.

1. Por métodos físicos: es decir apreciación o registro de un factor físico como puede ser el color, la turbiedad, la transparencia, etc.. Prácticamente no se usa.

2. Por la cantidad relativa de oxígeno consumido en un tiempo dado por un volumen determinado de agua.

3. Por análisis químico general (presencia y tenor de sulfuros, nitrógeno amoniacal etc.).

4. Por la presencia de organismos indicadores con dos submétodos totalmente distintos.

a) Calidad y cantidad de bacterias indicadoras.

b) Calidad y cantidad de organismos vegetales y animales indicadores como son protistas, o bien algas y protozoos diversos, o animales multicelulares o metozoos.

5. Por bioensayos utilizando la tolerancia de un organismo animal ante su permanencia en el agua supuestamente contaminada.

La determinación del contenido de bacterias aerobias o mejor aún, de bacterias coliformes del agua, mediante métodos estandarizados, que arrojan su número (N. M. P.) más probable por ml. (mililitro o c. c.) constituye uno de los mejores índices de polución cuando se trata de contaminación provocada por desagües sanitarios. El análisis químico permite apreciar las condiciones anormales tales como la presencia insólita de sustancias o de su tenor exagerado, la escasez o falta de oxígeno. Verbigracia, la presencia de sulfuro, de nitrógeno amoniacal, es índice claro de polución. Una de las comprobaciones más importantes es la determinación de la "demanda bioquímica de oxígeno" (que se indica con la sigla D.B.O. o D.O.B.). Se define como el oxígeno expresado en mg/l (miligramos por litro), que un litro consume en la descomposición de la materia orgánica por acción de las bacterias aerobias. Si el agua contiene mucha materia orgánica la demanda de oxígeno para oxidarla es muy elevada. Por ejemplo, la D. B. O. del líquido cloacal del gran Buenos Aires es de 410 aproximadamente, el de ese líquido sedimentado 270, el del agua del Riachuelo oscila entre 17 y 88, el del río de la Plata en la zona costera de la Capital Federal es de alrededor de 3,5. Finalmente las comunidades vegetales y animales, sea del plancton, o del necton, o del bentos, son distintivas para cada ambiente más o menos contaminado. Una serie de organismos son propios de biotopos con alto contenido en materia orgánica y se califican de polisaprobios, otros indican una situación intermedia y se califican de mesosaprobios, y otros más viven cuando hay poca materia orgánica que son los oligosaprobios. Un conocimiento adecuado de la flora y la fauna de un ambiente acuático nos permite, en consecuencia, apreciar el grado relativo de contaminación, y permite sacar el "índice" biológico, basándose en la presencia de organismos indicadores que son fieles o exclusivos de esa condición.

Diversos tratadistas han reconocido la existencia de zonas de autopurificación (Richardson, Forbes y Richardson, Suter, Whipple) de los cursos de agua, basadas en caracerísticas físicas, químicas y biológicas, a partir del "agua limpia" ("clean water"). A ésta sigue la "zona séptica" (o bien las de "degradación" y de "descomposición activa" de Whipple), luego la zona "poluida" y finalmente la "contaminada" o "tolerante", antes de llegar finalmente, concluida la purificación, a otra zona de "agua limpia". Desde 1911, Kolkwitz y Marsson desarrollaron un sistema similar cuyas zonas se denominan oligosaprobia, polisaprobia, mesosaprobia B, mesosaprobia A y oligosaprobia, que concuerda con las mencionadas anteriormente. Cada una de ellas se caracteriza por determinados factores físicos, químicos, bacteriológicos o por la presencia de organismos vegetales y animales indicadores. Estos científicos, así como Hentschel, Whipple y otros, han desarrollado una clasificación ecológica de organismos vegetales y animales microscópicos que tienen fidelidad más o menos manifiesta respecto a las zonas mencionadas o a biotopos similares. Si partimos de la zona catarobia, en condiciones normales o sin rastros de contaminación, la zona o ambiente oligosaprobio, mesosaprobio A y B, y polisaprobio, muestran un incremento constante de las características de polución. La zona polisaprobia o un ambiente similar contiene sustancias orgánicas de alto peso molecular, carbohidratos y prótidos, derivados de la descomposición incompleta, ausencia o gran disminución de oxígeno, acumulación de depósitos negros, en el fondo, falta de peces y abundancia de individuos de escasas especies eusaprobias, especialmente bacterias y protozoos bacteriófagos. Organismos saprobiontes típicos son ciertos esquizomicetes, *Chromatium* spp., *Beggiatoa* spp., el alga *Anthophysa*, larvas de dípteros (*Eristalis tenax*) y oligoquetos (*Tubifex* spp.). Faltan los organismos productores pero abundan los consumidores, especialmente los saprozoicos y detritívoros.

Hay una tendencia a la epibiosis muy marcada, así como se dan casos de tanatocresis y a pesar de la escasez numérica de individuos se forman comunidades a veces cerradas y compactas.

La presencia de una o más especies indicadoras serviría para concretar el grado de contaminación del ambiente acuático. Otro medio para llegar experimentalmente al mismo resultado es confrontar con una muestra de agua contaminada la resistencia de un organismo usado como testigo biológico. Para ello se coloca el testigo seleccionado, en general un pez, en el agua contaminada, tanto sin diluir como en sucesivas diluciones, para comprobar la resistencia o sobrevida del mismo. Hemos dicho que en general se usan peces, más que todo porque facilitan la observación seleccionando especies de pequeño tamaño que son muy suceptibles a cualquier tipo de agua impura. No debe usarse, como se ha hecho más de una vez, el pez vivíparo llamado "pechito, madre del agua. o madrecita del agua" (un Ciprinodontiforme de la subespecie *Jenynsia lineata lineata*), por cuanto es un animal de gran tolerancia al incremento de salinidad, es decir es un pez con marcada potencialidad ecurihalina. Es necesario usar un pez estenohalino, exactamente lo contrario del overito, pues se sabe que la tolerancia al aumento de sales disueltas, sean haluros u otros va acompañada por una resistencia exaltada al aporte de otras sustancias. De acuerdo con nuestra opinión que hemos adoptado según las reflexiones escuchadas al ictiólogo Raúl H. Aramburu, el pececillo más favorable para los bioensayos podría ser *Cheirodon interruptus* Jen., un characiforme de la familia *Tetragonapteridae* y de la subfamilia *Cheirodontinae*, muy común en aguas naturales platenses. Otros organismos también podrían usarse, si acaso los crustáceos de agua dulce, como *Aegla* o *Trichodatylus* pero nuestro desconocimiento sobre su biología, resistencia, adaptabilidad, etc., nos impide dar sugestiones que no están respaldadas en argumentos serios.

AREAS PERMANENTES DE POLUCION DE LA CAPITAL FEDERAL Y DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Hemos procurado indicar las principales áreas de polución permanente del nordeste de la provincia de Buenos Aires, que son las que se deben considerar más importantes por la alta densidad demográfica. Por los datos existentes, creemos que un esquema aceptable de dichas áreas es la siguiente:

A) *Ribera del río de la Plata, desde el Delta al partido de Berisso.*

No forma una faja continua, en cuanto a la intensidad o grado de la contaminación, y se pueden determinar 7 subzonas:

1. *Porción adyacente al Delta y desembocadura del río Luján y río Reconquista (Las Conchas).*

Trae el aporte de las aguas del río Paraná, que también puede considerarse contaminado, a juzgar por su contenido de unas 4.800 bacterias coliformes por 100 ml. (según análisis de 1952). Allí desagua el río Luján cuya área tributaria trae unos 2.000.000 de m^3 diarios, y cuyas aguas están contaminadas (unos 155.000 bacterias coliformes por 100 ml. en 1952). También desagua el arroyo Reconquista cuya zona tributaria aporta unos 6.000.000 de m^3 diarios.

2. *Ribera del río de la Plata, desde el partido de San Isidro a la desembocadura del arroyo Maldonado.*

En esta subzona el promedio de 250 muestras arrojó en 1952 la cantidad de 69.000 bacterias coliformes por 100 ml. A esta parte vierten sus aguas los arroyos Bermúdez, Vilate y Malaguer, el primero del partido de San Isidro, los dos últimos del partido de Vicente López, cuyas zonas tributarias aportarían 3.400 m^3 de agua diarios. Desembocan los arroyos entubados que atraviesan la Capital Federal, llamados Medrano, White, Vega y Maldonado, cuyo aporte conjunto es de unos 4.500.000 m^3 diarios.

3. *Ribera del río de la Plata desde el puerto de Buenos Aire hasta la desembocadura del Riachuelo.*

Esta subzona tiene el aporte de unos 6.000.000 de m^3 diarios, llevados por el Riachuelo y los pluviductos (Erezcano, Elía, Reuco, Cildañez). La polución en la boca del Riachuelo y parte aledaña es apreciable, por los datos químicos conocidos.

4. *Zona del partido de Avellaneda.*

Aquí desembocan los arroyos Sarandí y Domínico, cuyo aporte se ha calculado en 1.000.000 m^3 diarios. Esos arroyos tienen una fuerte polución de carácter industrial y sanitaria y es probable que las aguas del río sufran de la misma causa.

5. *Zona frente al partido de Quilmes y Berazategui, en la desembocadura de la cloaca máxima o efluentes coacales del conglomerado urbano del Gran Buenos Aires.*

El aporte de las 3 cloacas máximas, impulsadas por las electrobombas del establecimiento de Wilde, desemboca en Berazategui a 1.400 metros de la orilla, con un volumen cercano a los 2.000.000 m^3 por día; esta es una zona de polución severa.

6. *Zona vecina al puerto La Plata.*

Area de polución industrial, especialmente por la industria petrolera y el lavado de barcos.

7. *Zona del partido de Berisso, adyacente a la desembocadura de la cloaca de la ciudad de La Plata.*

B) *Ríos Luján, Reconquista, arroyos de los partidos de San Isidro y Vicente López.*

Hay datos concretos de polución en el primero, con unas 150.000 bacterias coliformes por 100 ml. en 1952.

C) *Ríos Riachuelo y Matanzas.*

El segundo es en realidad origen del Riachuelo. Hay una severísima polución industrial y sanitaria, es decir, orgánica e inorgánica.

D) *Arroyos y canales del partido de Avellaneda y Lanús, con alta densidad fabril;* polución severa.

E) *Arroyos del Gato y otros vecinos al puerto de La Plata, incluyendo los canales que llegan al Dique.*

Polución de carácter industrial. También se presume que haya polución orgánica.

F) *Sectores de ríos y arroyos interiores donde se vierten efluentes cloacales, desechos de mataderos, etc.*

No hay constancia concreta salvo en el río Salado a la altura o cercanías de Chivilcoy y en el río Quequén Grande en la zona inferior. Aquí no se han tomado en consideración los arroyos que atraviesan entubados la ciudad de Buenos Aires, que como el Vega y el Maldonado traen aguas contaminadas. Esta afirmación está confirmada por los análisis realizados en 1952, que dan más de 20.000 bacterias coliformes en 100 ml. para cada uno de ellos. Tampoco hemos hecho referencia al río Paraná, cuyo sector inferior, en jurisdicción de la provincia de Buenos Aires, tiene aporte de efluentes cloacales de varias ciudades y pueblos. A pesar del caudal medio calculado en 15.800 m^3 por segundo el promedio de 6 muestras en 1952 da 4.800 bacterias coliformes por 100 ml. Es probable que áreas más o menos extensas cercanas a las orillas o aledañas a la desembocadura de efluentes cloacales, estén realmente contaminados.

Además de las zonas nombradas, y aunque no se posean datos exactos para afirmarlo rotundamente, es posible sospechar que *todas las aguas naturales* de la ciudad de Buenos Aires y los partidos vecinos de la provincia de Buenos Aires, desde el partido de Tigre al de La Plata, *están más o menos contaminadas.* Esta situación llega al pináculo en el Riachuelo. Los arroyos que atraviesan el partido de Avellaneda sufren una intensísima polución de carácter industrial. A continuación daremos algunas pruebas de la existencia de polución.

PRUEBAS DE CONTAMINACION EN AGUAS PROVINCIALES

Estudios bacteriológicos no faltan para demostrar de manera fehaciente la existencia de contaminación permanente en el río de la Plata. Esta contaminación es sobre todo de carácter "doméstico" es decir debida a las aguas cloa-

cales que en él se vierten. También contribuye el aporte del Riachuelo y otros arroyos que vierten su contenido contaminado por fuentes diversas.

Datos bacteriológicos de polución en el río de la Plata

Todos los existentes se refieren a sectores del río más o menos cercano a la toma de agua para la ciudad de Buenos Aires de acuerdo a trabajos realizados por técnicos de prestigio que han revistado o revistan en Obras Sanitarias de la Nación. En el Boletín y en la Revista de esa repartición no faltan dichas investigaciones. Las causas de tal estado de cosas hay que buscarlas en el desagüe de las aguas servidas o cloacales del enorme conglomerado urbano del gran Buenos Aires. Como es sabido, se vierten en el volumen de las tres cloacas máximas que se unen en Wilde para desembocar a 1.400 m. de la costa a la altura de Berazategui. El volumen vertido es casi de 2.000.000 de metros cúbicos por día. No existen estudios bacteriológicos —que sepamos— realizados en la zona misma de desembocadura de cloacas.

En el Boletín de O. S. N. (año IV, nº 40, 1940) en el trabajo titulado "Purificación del agua de consumo destinada a la ciudad de Buenos Aires" se dice: "La ciudad de Buenos Aires para su provisión de agua potable se abastece exclusivamente del río de la Plata, cuyas aguas *contaminadas,* coloreadas y cargadas de materia orgánica y arcilla, se someten a un tratamiento purificador antes de distribuirse por la red".

Según la Inspección General de Laboratorios de O. S. N. (véase Boletín año IV Nº 40, de octubre de 1940), el agua natural no purificada del río de la Plata, de acuerdo a los análisis bacteriológicos diarios ha oscilado en 1939 entre 1.000 y 20.000 gérmenes por centímetro cúbico (c. c.). Esas cifras son análogas a las de años anteriores y existen variaciones amplias. Las consideraciones sobre el sitio donde se ha instalado la toma de aguas corrientes son, de acuerdo a la Inspección aludida: "El sitio donde se ha emplazado la torre de captación sortea con eficiencia estsas causas". "Es enorme la importancia que tienen las variaciones de profundidad, la proximidad de las costas, los balnearios, los desagües pluviales, y demás factores que significan un aporte constante de bacterias o de material nutritivo para éstas, que incrementan el contenido bacteriano en el agua del río".

El promedio general de bacterias fue (en 1939 y según esa publicación oficial) de 8.000 por c. c., observándose mayor población bacteriana en mayo, junio y julio. Las bacterias coliformes o del grupo coli aerógenes abundantes en el intestino humano y animal, e índice de contaminación de las aguas, varió en 1939 entre 220 y 11.000 por 100 c. c.

Para el río de La Plata, Peso, Leiguarda y Kempny (Revista O. S. N. XIII nº 131, 1949) hallan en 1947 que las bacterias coliformes (N. M. P. en 100 c. c.) varían de 10.000 a 75.000. La variación a través de los 12 meses de ese año están consignadas en el cuadro nº 2.

En aguas del estuario, Ferramola, Monteverde y Leiguarda hallaron en 1941, 4 especies de *Salmonella* en 58 muestras con mayor frecuencia en verano (Boletín O. S. N.; año VII nº 74, agosto 1943). Como se sabe esas bacterias son patógenas y de origen intestinal. En el líquido cloacal de la ciudad de Buenos Aires, Ferramola y Monteverde aislaron los siguientes tipos: *Salmonella anatum S. newport, S. derby, S. paratyphi B., S. give, S. bredeney, S. london, S. minnesota, S. thyphimurium, S. montevideo.* En el mismo año (1941) las aguas del estuario tenían de acuerdo a las 58 muestras aludidas *Salmonélla thyphimurium, S. oraniemburg, S. bredeney,* y *S. montevidensis.*

Sector de la orilla contaminada por hidrocarburos

En el Boletín de O. S. N., año VII, nº 68, de febrero 1943 Ferramola y Dolcetti dan cuenta de haber aislado Enterococos (bacterías aerobias de forma esférica) en 17 muestras de un total de 84 de las aguas del estuario platense.

Las investigaciones de Peso, Leiguarda y Kempny, publicadas con el título "Investigaciones de bacterías patógenas, intestinales en el agua del río de la Plata", dan cuenta del análisis bacteriológico realizado en 200 muestras de agua de dicho río en 1947.

De acuerdo a más de un millar de cultivos aislados, pusieron en evidencia 29 tipos diferentes, siendo el más frecuente *Salmonella thyphimurium* (en 48 muestras), seguida por *S. newport, S. shangani, S. vejle, S. anatum, S. derby,* y otras, a saber: *S. california, S. parathypy, S. bredeney, S. give, S. meleagridis S. selandia, S. vittingfoss, S. minnesota, S. madelia, S. narashino, S. sanftenberg, S. bonariensis, S. oranienburg, S. enteritis, S. grumpensis, S. essen, S. montevideo, S. arechavaleta, S. habana, S. london, S. bovis, S. morbificans, S. panama, S. del plata.*

El número de bacterías coliformes (N. M. P.) que se aprecia mediante diversos métodos standard, de Wilson, etc.) y por c. c. o ml. es la medida comúnmente empleada para determinar si hay o no contaminación en aguas naturales. Ese número varía en el río de la Plata, según ya se dijera. Es interesante reproducir los números hallados en 25 muestras, de acuerdo a las determinaciones de Ferramola y Huerín (Revista O. S. N., año XVI, nº 149, diciembre 1952), para comparar y comprender el sentido de tales análisis conviene recordar que las normas de pureza para aguas de natatorios, de la Asociación Americana de Salud Pública, establecen no más del 15 % de las muestras extraidas en natatorio que contengan por ml. más de 200 bacterías. Las normas de pureza para aguas de consumo, del Ministerio de Salud Británico, incluyen la última clase IV "No

satisfactoria" aquella que tiene más de 10 (número más probable) de bacterias coliformes por 100 ml.

El número más probable (N. M. P.) de *Escherichia coli* y *A. aerogenes*, en las aguas del estuario varía según el trabajo arriba citado, entre 4.300 y 340.000 por 100 ml. En la planilla que sigue se consigna esos y otros datos para poder comparar.

NUMERO DE BACTERIAS COLIFORMES (N. M. P.) DEL RIO DE LA PLATA Y OTROS AMBIENTES VECINOS, SEGUN DIVERSOS METODOS

BIOTOPO	Método Standard	Método Wilson	Medio Mac	Agar fosfato taurocolato
Río de la Plata	54.000	54.000		
	35.000	22.000		
	22.000	35.000		
	7.000	4.900		
	14.000	18.000		
	24.000	35.000		
	92.000	92.000		
	9.500	8.400		
	4.300	5.800		
	25.000	26.000		
	35.000	35.000		
	160.000	92.000		
	160.000	160.000		
	340.000	340.000		
	24.000	24.000		
	17.000	24.000		
	24.000	24.000		
	63.000	69.000		
	17.000	6.900		
	6.000	6.900		
	23.000	17.000		
	240.000	69.000		
	170.000	62.000		
	24.000	62.000		
	170.000	62.000		
Río Paraná	6.200	6.000		
	2.400	2.400		
	600	11.700		
	6.200	17.000		
	17.000	2.400		
	6.900	6.200		
Río de Luján	170.000	240.000		
	62.000	62.000		
	240.000	240.000		
Arroyo Vega			23.000	56.000
			24.000	27.000
Arroyo Maldonado			93.000	69.000
			116.000	240.000
			40.000	62.000

Canal W del puerto La Plata, alteración fisicoquímica del agua por hidrocarburos vertidos.

Más recientemente se ha comprobado la existencia de tipos patógenos de *Escherichia coli* en aguas del estuario. En el 4º Congreso de Ingeniería Sanitaria realizado en Sao Paulo, Brasil, los argentinos Paso y Migone, dieron en 1954 la primera noticia de ello. En efecto, hallaron en muestras de agua del Río de la Plata fagos que lisan tipos serológicos reconocidamente patógenos, a saber 055: B5 (tipo flagelar descripto por Giles, Sangster y Smith en 1949) y 026: B6 (descripto por Orskor en 1951). Esos mismos bacteriólogos, en una investigación publicada en 1955 se refieren al hallazgo de fagos específicos para *Salmonella newport, S. paratyphi, S. anatum,* y *Escherichia coli* tipo 426. También en 1955, Leiguarda, relata el hallazgo de tipos patógenos en aguas del mismo estuario, 055: B5 (de *E. coli*) en el 14 % de 50 muestras.

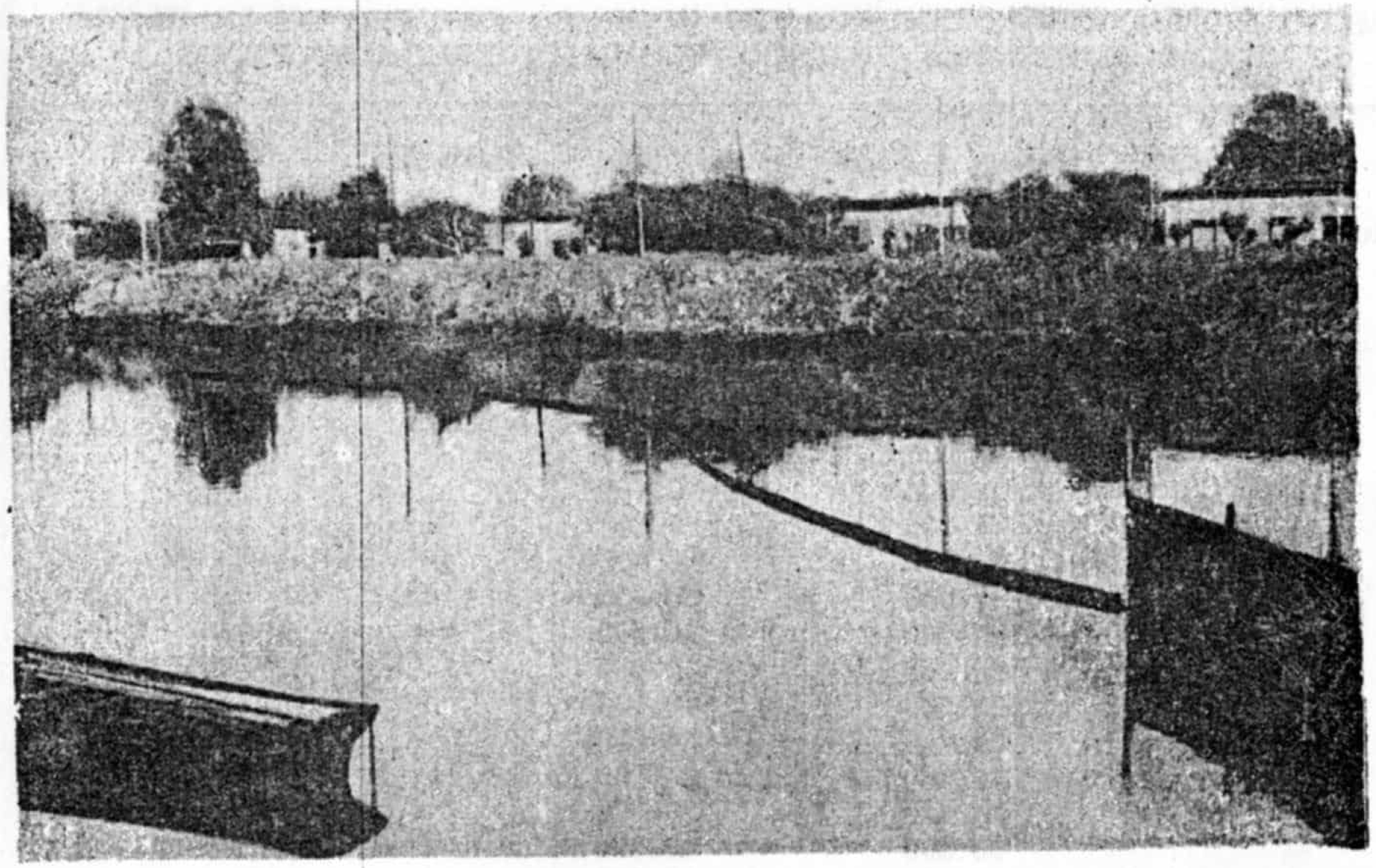
Una investigación especialmente importante y aclaratoria realizaron los bacteriólogos Leiguarda, R. de Palazzolo y Paso desde abril a diciembre de 1949, que publicaron en 1950 bajo el título "Bacterias del contenido intestinal de algunos peces del Río de la Plata". Examinaron el contenido intestinal de 97 muestras de 10 especies de peces. Los resultados logrados por esos investigadores son los siguientes: "PARECEN INDICAR QUE LOS PECES NO SON PORTADORES DE LAS BACTERIAS INVESTIGADAS, SINO QUE ESTAS PROVIENEN DEL AGUA". Hallaron bacterías coliformes en el 94.8 % de las muestras examinadas de los tipos *B. coli* I.II, B. intermediario I y II, *B. aerogenes* I y II, etc.; en total de 10 tipos serológicos de los 28 conocidos en aguas del río. Encontraron enterococos en el 53,6 %, de más muestras pertenecientes al *Streptococcus fecalis*. También hallaron bacterías del género *Salmonella* en el 19,6 % de las muestras, identificando 10 tipos serológicos ya reconocidos en el agua del estuario, el más frecuente *S. thyphimurium*. En el siguiente cuadro se detalla los peces en cuestión y el porcentaje relativo en distintos tipos bacterianos.

PRESENCIA EN PECES DEL RIO DE LA PLATA DE BACTERIAS COLIFORMES Y SALMONELAS

(según Leiguarda et al. 1950)

ESPECIE	*Nº de muestras*	*B. coli*	*B. aerogenes*	*Salmonelas*
Porteñito *(P. valenciennesi)*	30	53 %	2.5 %	30 %
Bagre amarillo *(P. clarias maculatus)* ...	21	38.4 %	1.6 %	19 %
Armado *(P. granulosus)*	15	64.1 %	1.6 %	13 %
Pejerrey *(B. bonariensis)*	10	44.4 %	3.5 %	30 %
Patí *(L. pati)*	6	+	+	
Sábalo *(P. platensis)*	4	+	+	
Corvina	4	+	+	
Señorita *(R. rostratus)*	4	+	+	
Vieja *(Loricaria sp.)*	2	+	+	+
Boga *(Leporinus obtusidens)* ...	1	+	+	

Los datos en cuestión son importantes entre otras cosas por el porcentaje relativamente elevado de salmonelas en peces comestibles especialmente el pejerrey. Como se sabe las salmonelas son bacterias productoras de intoxicaciones alimenticias. Estos hechos revelan el estado de contaminación de las aguas del río de la Plata, en grado tal que contaminan la misma fauna íctica.



Se observa la barrera artificial en el canal W del puerto de La Plata colocada para contener el petróleo vertido en las aguas.

Finalmente, las investigaciones de Leiguarda, aparecida en 1952, (Revista O. S. N., XVI Nº 147, sep. oct. 1952) han dado a conocer la presencia de Leptospiras de origen animal en el estuario platense. Son micro organismos que en su mayoría resultan patógenos para el hombre. Ese investigador reveló que de 91 muestras de las aguas del estuario había 30 positivas, o sea un 32,9 %.

El corolario de esta exposición, revela que sin lugar a dudas la zona costera del Río de la Plata, ESTA EFECTIVAMENTE CONTAMINADA.

Que esa contaminación se comprueba mediante los standart bacteriológicos y los análisis que han realizado los servicios NACIONALES.

Que a pesar de ser un hecho comprobado no se han tomado las medidas para remediar tal estado de cosas. Si se piensa que las muestras proceden (aunque no existe indicación concreta en los trabajos publicados) de la zona de la toma de agua para consumo de la Capital Federal, que es un lugar relativamente limpio, es lícito presumir que esa contaminación es más severa aún en la zona de desembocadura de la cloaca en Berazategui.

PRUEBAS BIOLOGICAS DE POLUCION EN EL RIO DE LA PLATA

De acuerdo con los estudios y la terminología de Kolkwitz y Marsson, usados en muchos países, y que se han explicado páginas antes, sabemos que en el proceso natural de autodepuración o autopurificación de un cuerpo de agua existen varias etapas en los que cambian gradualmente las condiciones físicas, químicas y biológicas. Así, se tienen las zonas polisaprobia, alfa mesosaprobia y beta-mesosaprobia; la primera donde la contaminación es severa, la última donde ya la materia orgánica se ha oxidado y reducido en gran parte. Esas zonas, o bien etapas del proceso de purificación natural, se pueden detectar por los organismos, vegetales y animales, capaces de vivir en esas particulares condiciones. El hallazgo de tales organismos "indicadores", permite en consecuencia saber cuáles son las condiciones actuales de un cuerpo de agua y su estado de polución.

Los estudios realizados en el estuario del río de la Plata por Guarrera ("Estadios hidrobiológicos en el río de la Plata" en Revista del Ints. Nac. Invest. C. Nat., C. Bot., II Nº 1, 1950), en lapso de más de un año (1944 y 1945) permiten saber concretamente cuál es la frecuencia y periodicidad de los organismos más comunes que viven en suspensión en dichas aguas. La zona estudiada fue una faja comprendida entre la desembocadura de los arroyos Maldonado y Vega a una distancia de unos 3 Kms. desde la ribera, zona en la cual quedan incluidos las dos tomas que proveen de agua al gran Buenos Aires. La presencia de una serie de organismos dan indicio de polución ya que son elementos polisaprobios y alfa mesosaprobios, propios de ambientes contaminados. Entre ellos se puede citar: *Chlamydomonas, Euglena, Trachelomonas, Aphanothece, Amoeba, Chilodon, Colpidium, Paramoecium, Vorticella, Anthophysa,* etc. El promedio anual de ORGANISMOS POLISAPROBIOS para la zona estudiada fue 15.680 individuos por litro de agua, y el de organismos alfa mesosaprobios de 16.594 por litro.

Una pregunta interesante es: cuál es el poder de autopurificación del Río de la Plata?. En ingeniería sanitaria se hacen cálculos muy exactos sobre la cantidad necesaria de oxígeno para reducir los efluentes cloacales, conociendo una serie de factores cuales son el consumo de agua *per cápita* de la población, el número de habitantes y el llamado consumo bioquímico de Oxígeno (D. O. B.).

Puede calcularse también el tiempo necesario para que un río se pueda realizar la purificación, lo que está en relación con la masa de agua transportada y el tenor de 02. Como es comprensible, tal cálculo para el río de le Plata es practicamente imposible. En efecto, el estuario por sus peculiares caracterís-

Otro aspecto del agua del canal W del puerto La Plata con corrimientos superficiales de hidrocarburos.

ticas no tiene una corriente única, ni una masa de agua que se desplace en la misma dirección. Las corrientes son de velocidad insignificante y dependen en gran parte de los vientos. Además, los cálculos posibles deberían considerar la masa de agua contaminada por desechos industriales que se vierten en diversos puntos y cuya Demanda Básica de Oxígeno (D. O. B.) es superior al de la contaminación por desagües cloacales. De cualquier modo, el desagüe cloacal del gran Buenos Aires, por Berazategui, representa casi dos millones de metros cúbicos diarios. Si se tomara como base puramente hipotética el caudal medio del Paraná (15.000 m^3 por segundo) ello significaría que el oxígeno necesario para oxidar la parte orgánica del desagüe cloacal sumaría 650.000 kg. por día, y que el río podría hacerlo en corto tiempo. Pero el estuario posee caracteres verdaderamente "lacustrinos" en más de un sector de sus costas, y al hecho cierto de la existencia de contaminación hay que sumar la existencia de sectores particulares con polución aún más severa.

RIO LUJAN

De acuerdo a determinaciones bacteriológicas de Ferramola y Huerin, aparecidas en 1952, el río Luján tenía un elevado número (N. M. P.) de bacterias coliformes *(Escherichia coli y A. aerogenes)* por ml. (mililitro o c.c.). Esos números variaban de 620 a 2.400.

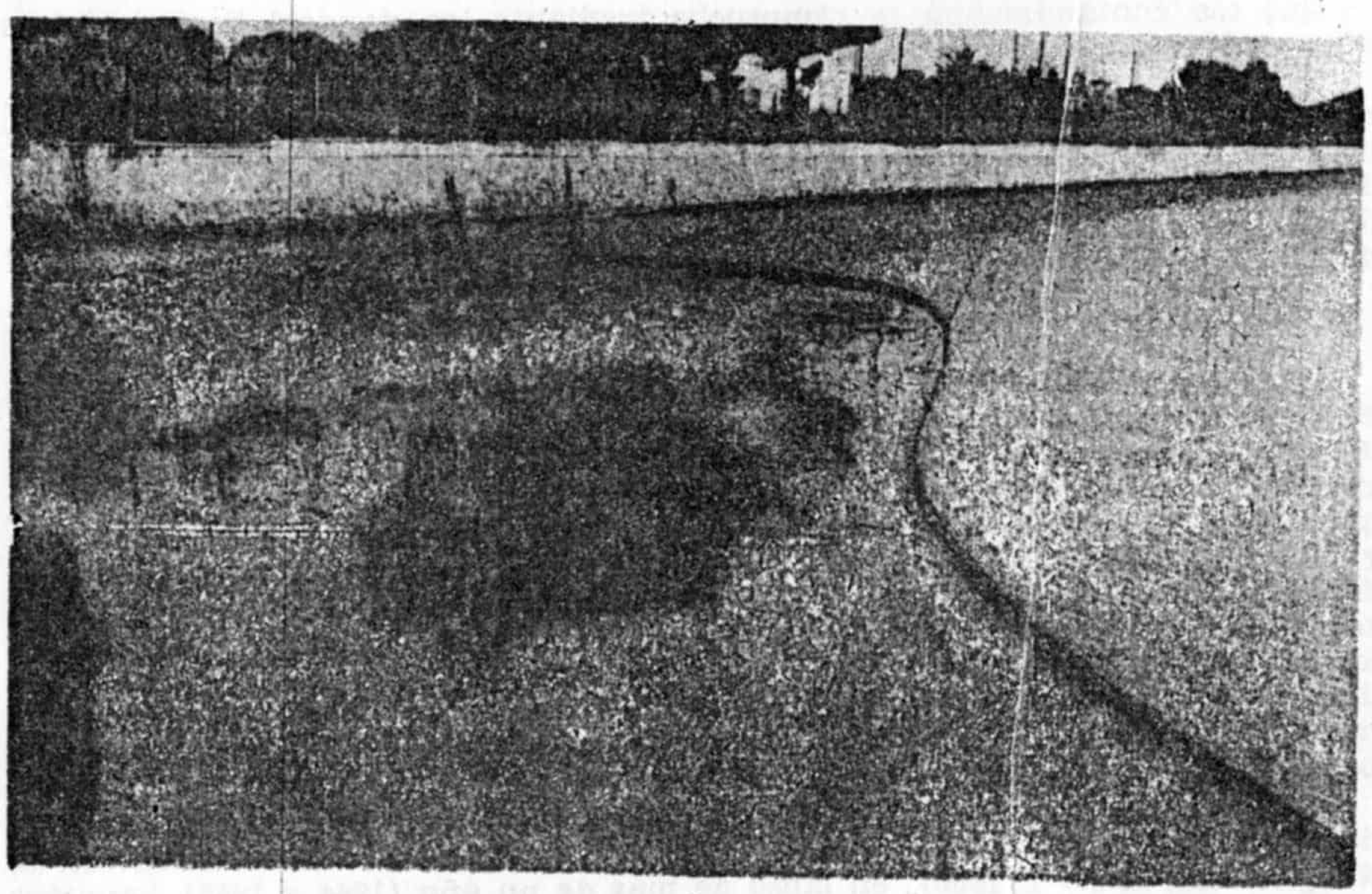
Sistema del RIO MATANZAS Y RIACHUELO.

El Riachuelo es una continuación del río Matanzas. Probablemente no haya otro ejemplo mejor de un caso de contaminación mixta más severa. Los cuadros adjuntos, con análisis químicos de varios años y en distintos sitios demuestra la severa polución que sufre. Ella se aprecia por la presencia de sulfuros, que no deben existir en aguas no contaminadas, de nitrógeno amoniacal y de las altas cifras de D. O. B.. Pero estas condiciones no están restringidas a ese río en su sector limítrofe con la ciudad de Buenos Aires. En diciembre 1953, dos técnicos Dres. Coscaron y Guarrera, tomaron contacto con un caso de mortandad de peces en el río Matanzas (Km. 36-44), debido a un criadero de animales cuyos desperdicios y materias fecales eran arrojados al río. La contaminación fue comprobada mediante análisis químico, bacteriológico y del plancton.

DATOS QUIMICOS COMO PRUEBA DE POLUCION (mlgr./l) (1) RIACHUELO

	Cloruros	Alcalinidad	Sulfuros	Nitr. Amoniacal	02	D. O. B.
1937	—	—	—	—	0	50
1938	—	—	—	8.1	0.6	50
1939	—	—	0	2.5	V	50
1940	282	411	—	3.9	0.6	53
1941	330	337	2.7	5.0	C	66
1942	342	322	7.2	6.0	0	68
1943	290	311	3.4	7.7	0	57
1944	385	345	5.0	7.5	0	92
1945	450	445	1	1.1	0	95,6
1946	304	338	1.7	5.0	0	56
1947	310	359	3.4	13.8	0	63
1948	285	276	2.2	5.5	0	57
	79	98	0	1.2	1.6	8.3
	128	142	1.0	1.9	0.3	17

V - 1952 a V - 1953:



Acumulación de petróleo en el puerto de La Plata, contenido por una barrera artificial, en la entrada del canal W.

SEMAFORO M.O.P. - PTE. AVELLANEDA.

	Cloruros	Alcalinidad	Sulfuros	Nitr. Amoniacal	02	D. O. B.
Pte. Pueyrredón	259	279	1.0	4.0	0	45
Pte. Uriburu	255	325	1.0	3.6	0	47
Confluencia Cildañez	189	326	1.0	3.3	0	68
Cildañez s/Avda. Roca ...	162	332	1.0	3.0	0	88
Pte. La Noria	342	378	0	1.6	3.0	19
PTE. MADERO						
exclusa entre dique 1 y dársena sur	81	83	0	1.0	3.2	4.4
exclusa entre dique 2 y 1	57	65	0	0.65	5.1	3.0
exclusa entre dique 3 y 2	46	48	0	0.45	6.4	3.1
exclusa entre dique 4 y 3	70	50	0	0.45	8.6	3.2
exclusa dique 4 y dársena norte	38	50	0	0.45	8.6	5.5
PTO NUEVO						
Dársena A	31	42	0	0.40	8.5	3.5
Dársena B	31	42	0	0.40	8.5	4.3
Dársena C	30	41	0	0.40	8.5	4.7
Dársena D	30	41	0	0.35	8.0	3.5
Dársena E	28	40	0	0.35	8.5	3.8

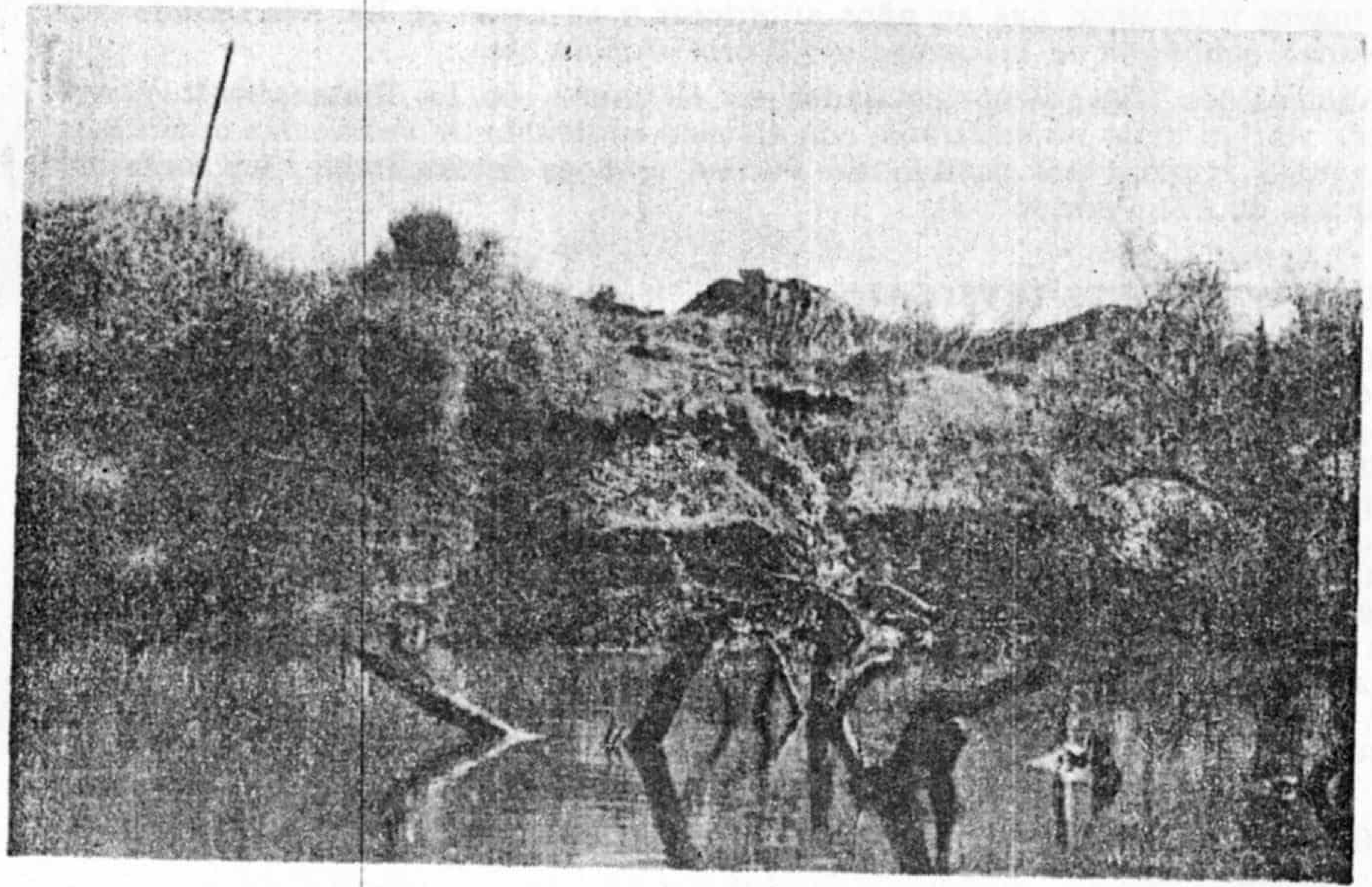
Es probable que no haya en la Argentina otro ejemplo más vergonzoso que el que ofrece el Riachuelo, cuya situación anormal no ha sido hasta ahora superada. Si a los datos químicos del cuadro anterior altamente reveladores, mencionamos los análisis bacteriológicos se podrán apreciar el grado de la severísima polución. En efecto, las determinaciones realizadas en 1952 por O.S.N., arrojan para las aguas del Riachuelo, como promedio de 4 muestras, la cantidad de SIETE MILLONES, DOSCIENTOS CINCUENTA MIL bacterias coliformes por 100 ml.

ARROYOS Y CANALES DEL PARTIDO DE AVELLANEDA.

Sufren una fuerte contaminación, sobre todo de carácter industrial, muy notoria en los arroyos Sarandí y V. Domínico. Carecemos de análisis probatorios, aunque bastarían los caracteres organolépticos y la apreciación humana por medio de sus efectores sensoriales.

PUERTO LA PLATA Y AGUAS ADYACENTES.

Aquí existe una polución debida a la industria petrolera, a la que se suma la contaminación orgánica e inorgánica de otras industrias de la zona (fábricas de papel, etc.). Las apreciaciones cualitativas que se han hecho más o menos esporádicamente sobre la ictiofauna y los moluscos, revelan un progresivo empobrecimiento de las comunidades acuáticas. Es muy llamativa la comparación que se puede hacer entre las especies de peces que el Dr. Fernando Lahille citara en 1896 para ambientes del partido de La Plata y la fauna actual. En la actualidad,



Aspecto del canal E del puerto La Plata. Ceibos muertos por el petróleo Zona de Punta Lara, partido de Ensenada, Pcia. de Buenos Aires.

y después del funcionamiento de la Destilería de Y.P.F., se ha asistido a un empobrecimiento notable. El pejerrey ha desaparecido por completo en los canales artificiales del puerto, lo mismo que otros peces *Characiformes y Gymnotiformes*. En el río Santiago y aguas vecinas, las almejas de agua dulce de varias especies, que hallan ahí su límite sur de distribución son muy escasas o aún inhallables. Lamentablemente, no hay estudios concretos que certifiquen los cambios ocurridos. La frecuencia de las mortandades masivas de peces parece que se repiten con mayor intensidad que en años anteriores y su causa se ha relacionado con la pésima condición de las aguas del litoral rioplatense.

Además los frigoríficos instalados en el puerto de La Plata (Swift y Armour) vierten agua no depurada, con elevado contenido de sustancias orgánicas; un arroyo cercano del partido de Berisso, que es intransitable, ha merecido el apodo de "El Podrido". (!).

AGUAS INTERIORES DIVERSAS.

Datos concretos de polución se pueden aducir en cuanto al río Salado, el río Quequén Grande, así como para la laguna La Salada de Pehuajó, el río Mercedes a la altura del mismo nombre y a la laguna Don Tomás de Santa Rosa de Toay en la provincia de La Pampa. En el primero, a raíz de una mortandad de peces denunciada por el Club de Pesca de Chivilcoy, se comprobó la contaminación a la altura de la Estación Biaus, a unos 15 kilómetros aguas abajo de la ciudad de Chivilcoy, y a la altura de la Estación Indacoechea. El laboratorio de esta repartición, estudió el fenómeno en 1954, comprobando mediante análisis químicos y biológicos, la existencia de una contaminación marcada, debida a causas naturales y artificiales. A ese río llega un canal construido ex profeso que vierten aguas contaminadas, de origen doméstitco, de la ciudad de Chivilcoy.

LAGUNA LA SALADA DE PEHUAJO.

De acuerdo a las constancias oficiales, del Instituto Biológico (Ministerio de Salud Pública, provincia de Buenos Aires) y de la Dirección de Recursos Pesqueros se ha demostrado que este cuerpo de agua aledaño a la ciudad de Pehuajó, está contaminado, posiblemente por efluentes sanitarios (vuelco de carros atmosféricos y desagüe directo de un establecimiento hospitalario). En efecto, la primera institución comprobó la presencia de bacterias coliformes en cantidad "anormal" y la segunda determinó la existencia de protistas del plancton indicadoras de un estado de polución.

CURSO INFERIOR DEL RIO QUEQUEN GRANDE.

A raíz de diversas gestiones para la instalación de purgaderos de mejillones en el curso inferior de este río, el servicio específico provincial efectuó las comprobaciones necesarias para certificar el estado de este curso de agua. En el verano de 1962 las muestras recogidas en 6 estaciones distintas desde 200 metros aguas arriba del puente del ferrocarril hasta el puente carretero, demostraban la presencia de "bacterias coli Tipo I" y de "bacterias tipo aerogenes intermediario cloacal" en 100 ml.

Estos análisis fueron hechos por el Instituto Biológico de la Provincia de Buenos Aires.

LAGUNA DON TOMAS EN SANTA ROSA DE TOAY, EN LA PAMPA.

La laguna cercana a la capital de La Pampa, llamada "Don Tomás" o "El Salitral" es uun ejemplo más, con alternativas fluctuantes de acuerdo a que la materia cloacal que sufre un tratamiento en la planta depuradora y se vierte en un "campo de derrame" de 90 hectáreas llegue o no al cuerpo de agua. En ciertas ocasiones la laguna recibe en efecto los efluentes del campo de derrame que se calculan en 3.000 m3. por día. Además, se han descargado los llamados tanques atmosféricos cuyo contenido ha llegado a 30 m3. de materias cloacales. Otros agentes de polución han sido a lo menos en 1961 y 1964 la descarga directa de carros de basura y los insecticidas usados en campos vecinos. Asimismo, se ha comprobado la contaminación endógena provocada secundariamente por la floración de ciertas algas Cianofíceas que al quedar en poca agua cuyo crecimiento es favorecido por el aporte sanitario provocan una putrefacción intensa. Numerosos indicios químicos y biológicos se han suministrado en el trabajo realizado por la licenciada María Rosa Ventrice. Esta laguna, por la escasez de aportes y la evaporación acentuada sufre un ritmo marcado, cuyos mínimos de volúmenes retenidos coincide con una salinidad que sobrepasa los 20 de sales por litro. La contaminación química se ha demostrado por el tenor de nitritos (noviembre de 1963) de 0,04-0,07, de amoníaco (0,10), arsénico con valores "normales" pero que en marzo de 1964 llegaba a 0,16, 0,22 miligramos|litro; el tenor de sulfuros fue en enero 1962 de 60 miligramos. Por otra parte, en la misma fecha el tenor de oxígeno fue nulo y el D.B.O. fue de 610 x 1.500 ml/l.

De lo anteriormente expuesto, que certifica la existencia de polución sanitaria e industrial en numerosos cuerpos de agua de jurisdicción provincial donde existen las mayores concentraciones urbanas y que son fuente de provisión de agua potable, se desprende que es impostergable la adopción de las medidas mínimas conducentes a subsanar problemas de tal magnitud. En tal sentido técnicos de la Dirección de Recursos Pesqueros han expuesto aspectos parciales del problema mediante informes técnicos, documentados desde hace más de una década.

Ante las voces admonitorias más o menos fundadas y con base empírica de diversos ciudadanos que han comentado este problema, es un deber del servicio específico provincial al que compete la administración y el bienestar de los recursos naturales acuáticos dar a publicidad la situación real fundada en estrictas bases científicas y técnicas.

De todo ello se desprende que la ley provincial de protección de los cuerpos receptores de agua y la atmósfera (Ley Nº 5.965) permite a los municipios tener una ingerencia directa sobre la polución industrial, intervención de cuya intensidad no hay pruebas oficiales concretas, acaso por desconocimiento del derecho que le asiste. Las consecuencias de la polución sanitaria motivada en su mayor parte por los grandes efluentes de obras sanitarias de jurisdicción nacional, provincial o municipal solamente se pueden controlar mediante obras sumamente costosas, pero que año a año se hacen cada vez más necesarias. El proble- de la contaminación del río Ohio en U. S. A. y su resolución mediante una inversión casi astronómica de dólares, da la pauta del porvenir que nos aguarda.